

## Pressure sensor chip with protective membrane and transfer element and force sensor

**Publication number:** DE19644830

**Publication date:** 1998-02-19

**Inventor:** KROETZ GERHARD DR (DE); LEGNER WOLFGANG (DE); EICKHOFF MARTIN DIPL PHYS (DE); WAGNER CHRISTOPH DIPL PHYS (DE)

**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE)

**Classification:**

- international: **G01L9/00; G01L19/06; G01L9/00; G01L19/06; (IPC1-7): G01L9/04; G01L1/18**

- european: **G01L9/00D2F2; G01L19/06**

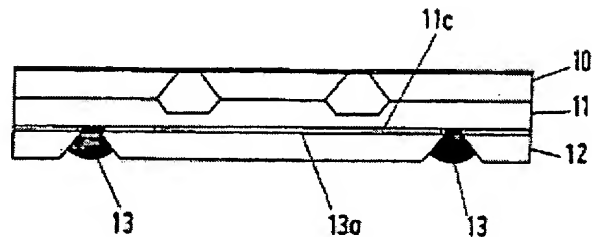
**Application number:** DE19961044830 19961029

**Priority number(s):** DE19961044830 19961029

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19644830

The device has a structured protective membrane chip (10) with which a structured force sensor chip (11) and a carrier chip (12) are connected. The plate type protective membrane and force sensor chip elements are hermetically connected together. On their adjacent surfaces these have identical chambers. In the centre of these are identically structure raised features. These locate with each other precisely for force transfer. The carrier chip is provided with a bonding layer and is structured such that free spaces are provided for the membrane distending and the metallisation of the piezoresistive sensor elements. The chips (10,11,12) preferably comprise a micro-structurable material and can be connected to each other by bonds.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 44 830 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 L 9/04  
G 01 L 1/18

②① Aktenzeichen: 198 44 830.1-52  
②② Anmeldetag: 29. 10. 96  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 19. 2. 98

DE 196 44 830 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:

Krötz, Gerhard, Dr., 81547 München, DE; Legner,  
Wolfgang, 81373 München, DE; Eickhoff, Martin,  
Dipl.-Phys., 85579 Neubiberg, DE; Wagner,  
Christoph, Dipl.-Phys., 82110 Germering, DE

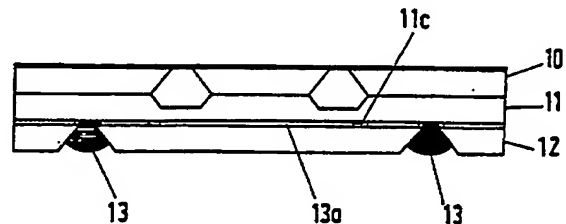
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 40 23 420 A1  
DD 2 91 398 A5  
FR 14 47 317  
US 51 93 394  
US 45 27 428

JP-Abstr. 3-255326 (A) in Pat. Abstr. of JP, P-1310  
Feb. 12, 1992 Vol. 16/No. 58;

⑤④ Membran-Drucksensorchip

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Membran-Sensorchip mit integrierter Medientrennmembran, die den Druck auf einen Kraftsensor überträgt, wobei diese Elemente so miteinander verbunden sind, daß die zwischen Medientrennmembran und Kraftsensorchip eingeschlossenen Hohlräume gasdicht sind. Ein Ausführungsbeispiel ist beschrieben und in den Figuren der Zeichnung skizziert.



DE 196 44 830 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Membran-Drucksensorchip gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die bisher bekannten Membran-Kraftsensorkombinationen sind in feinwerktechnischer Fertigung erstellt, bei denen jedoch kein geschlossener Verbund zwischen Membran, dem Übertragungselement sowie dem Kraftsensor und dem Gehäuse der Drucksensorkapsel besteht. Diese Ausführungsformen sind jedoch in der Fertigung zu aufwendig, insbesondere weil der Kraftsensorchip vorgespannt werden muß und für jeden Chip die erforderliche Vorspannung separat einzustellen ist.

Aus der DE 40 23 420 A1 ist ein Drucksensor bekannt, der eine scheibenförmige Schutzmembran, ein ebensolches Übertragungselement und einen Kraftsensor aufweist, wobei der Druckwandler in Form einer Dehnungsmeßstreifenvorrichtung angeordnet ist. Da bei dieser Konzeption die Kraft primär von der oberen Membran aufgenommen wird, ist diese Anordnung für Hochtemperaturanwendungen wenig geeignet.

Zum weiteren Stand der Technik werden die Druckschriften FR 14 47 317, DD 2 91 398 A5 und US 45 27 428 sowie US 51 93 394 und JP-Abstr. 3-255326 (A) genannt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Membran-Drucksensorchip der eingangs genannten Art zu schaffen, der hermetisch verkapselt und in seinen Maßen wesentlich verkleinert ist sowie bei Erwärmung wenig von thermischen Verspannungen beeinflusst wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben, und in der nachfolgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel erläutert sowie in den Figuren der Zeichnung skizziert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels von oben und von unten gesehen,

Fig. 2 eine perspektivische Explosionsdarstellung der einzelnen Chips in der Sicht von oben und unten des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt durch das Ausführungsbeispiel des Drucksensorchips gemäß Fig. 1,

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel des Drucksensorchips gemäß Fig. 1, jedoch mit vorstehendem Trägerteil.

Der allgemeine Erfindungsgedanke sieht vor, einen hermetisch verkapselten Drucksensorchip mit integrierter Medientrennmembran — beispielsweise für Kraftstoffe, Verbrennungsgase, Öle oder Bremsflüssigkeit etc. — herzustellen, wobei diese Membran den Druck auf einen Kraftsensor überträgt. Hierbei sind die Medientrennmembran und der Kraftsensor miteinander verbunden und die zwischen diesen beiden liegenden Hohlräume sind gasdicht verschlossen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen nun ein Ausführungsbeispiel so eines Drucksensorchips, einmal von oben gesehen und nebenan von unten gesehen in perspektivischer Darstellung. Der Drucksensorchip setzt sich aus drei plattenförmigen, speziell ausgestalteten Elementen zusammen. Gleich vorweg ist zu sagen, daß die bisher bekannten in Mikrotechnik hergestellten Sensormembranen einen Durchmesser von ca. 8 mm haben, wegen der hier vorgeschlagenen Ausführungsformen nur mehr einen Durchmesser von 1 bis 2 mm erfordern. Natürlich wird dem entsprechend auch der Durchmesser

des Gesamtchips kleiner.

Das gezeigte Ausführungsbeispiel setzt sich aus einem Schutzmembranchip 10 zusammen, der aus Silizium, Siliziumkarbid, Saphir, Quarz oder einem anderen mikrostrukturierbaren Material gebildet ist. Die Oberseite ist — wie ersichtlich — glatt und unstrukturiert und mit einer wärmeleitenden Schicht 10c versehen. Dieser Schutzmembranchip 10 weist jedoch auf seiner Unterfläche eine Strukturierung auf, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Diese einen Hohlraum 10a bildende Strukturierung, die nicht nur — wie gezeichnet — rechteckig sein, sondern auch andere geometrische Formen haben kann, weist in der Hohlraummitte einen sogenannten "Centerboß" 10b auf, der hier eine rechteckige, geschnittene Pyramidenform aufweist und mit seiner Oberfläche beim Zusammenbau auf das entsprechend strukturierte Centerboß-Gegenstück 11b des Kraftsensorchips 11 zur Anlage kommt.

Der vorbeschriebene Schutzmembranchip 10 wird nun deckungsgleich mit dem Kraftsensorchip 11 verbunden, der aus einem schlecht wärmeleitenden Material, wie beispielsweise Siliziumoxid oder Glas, besteht oder mit so einem Material beschichtet ist. Die Strukturierung 11a und 11b an der Oberseite des Kraftsensorchips 11 ist identisch derjenigen des Schutzmembranchips 10. Wie vorstehend bereits erwähnt, kommen die Oberflächen der sogenannten "Centerbosse" 10b und 11b exakt aufeinander zur Anlage. Zu erwähnen ist noch, daß die schlecht wärmeleitende Zwischenschicht gleichzeitig dazu geeignet sein muß, um eine Verbindung — vorzugsweise Bondung — zwischen Schutzmembranchip 10 und Sensorchip 11 durchführen zu können und so eine hermetische Verkapselung und bestmögliche Wärmeisolierung zu gewährleisten. Die Fläche der Unterseite des Kraftsensorchips 11 ist nun mit Sensorelementen 11c und Metallisierungen 11d versehen.

Der so gestaltete Kraftsensorchip 11 wird mit einem darunterliegenden Trägerchip 12 deckungsgleich verbunden, wobei der Trägerchip 12 mit einer zu bondenden Schicht 12d versehen ist, die so strukturiert ist, daß Platz 12a, 12b für die Membranauswölbung und die Metallisierungen 11d der piezoresistiven Sensorelemente 11c geschaffen ist. Die Unterseite des Trägerchips 12 ist mit Aussparungen 12c strukturiert, die zur Aufnahme des Lötmaterials 13 dienen. Der Kraftsensorchip 11 ist selbst mit dem Schutzmembranchip 10 verbunden und wird mit dem Lötmaterial 13 elektrisch kontaktiert.

Die — wie oben beschrieben — ausgeführten Sensorchips weisen sehr kleine geometrischen Abmessungen auf. Vorteil ist, daß nur geringe Massen ausgelenkt werden müssen, nämlich die Membranen und deren Centerboß. So ist eine hohe Grenzfrequenz möglich.

Die Schutzmembran 10 muß relativ weich gegenüber dem Kraftsensor sein. Die hauptsächliche Kraftaufnahme erfolgt durch den piezoresistiven Kraftsensor 11c. Damit stören thermisch verursachte Verspannungen in der Schutzmembran 10 das Signal kaum. Der dahinter liegende Kraftsensor 11c erfährt keine starke Erwärmung, da die Schutzmembran die Wärme aufnimmt und nach außen ableitet.

Die Halterung beziehungsweise der Träger 14, wie er an einem Ausführungsbeispiel des vorbeschriebenen Drucksensorchips in Fig. 4 angedeutet ist, kann aus einem geeigneten wärmeleitenden Material gefertigt sein. Dieses Ausführungsbeispiel ist genauso konzipiert, wie vorstehend beschrieben, nur ist der Trägerchip 12 mit einem vorstehenden Trägerteil 12e vergrößert, d. h. der

Trägerchip 12 ist um eine bestimmte, wählbare Fläche größer gegenüber den zentrisch von ihr aufgenommenen Flächen des Sensorchips 11 und des darüberliegenden Schutzmembranchips 10. Diese nun vorstehenden Trägerflächenteile 12e geben den Vorteil, daß nur diese auf den Träger 14 (in der Fig. 4 nur als schraffiertes Rechteck gezeichnet), der auch die Durchführungen für die elektrischen Leitungen aufweist, festgespannt werden müssen und dadurch eine etwa durch Erwärmung entstehende laterale Ausdehnung von Schutzmembran und Sensorchip ungehindert erfolgen kann. Der Träger 14 kann bei einer runden Ausführungsform des Drucksensorchips ebenfalls entsprechend rund und mit einer überstehenden ringförmigen Haltefläche 12e ausgestaltet sein. Auch in diesem Falle ist dieser ringförmige Träger 14 mit den Durchführungen für die Elektrik versehen und wird mittels eines Spannringes etc. mit dem Drucksensorchip festgespannt. Die Verbindung des Chips mit der Halterung bzw. dem Träger 14 kann nur mit dem Trägerchip 12 allein erfolgen, so daß dann mechanische Verspannungen vermieden werden.

Zu erwähnen ist noch, daß der Schutzmembranchip 10 mit einer weiteren Schutzschicht versehen werden kann, die je nach Konzeption aus Metall, Diamant,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Siliziumoxid- oder -nitrid oder Siliziumkarbid gebildet wird. Weiterhin kann die durch die Verbindung von Träger 12 und Sensorchip 11 entstehende Öffnung 13a direkt beim Bonden oder durch geeignete Methoden, wie Löten, Sputtern, stromlose Metalldeposition etc. verschlossen werden. Ferner kann der Drucksensorchip auch mit einer Überlastsicherung ausgerüstet werden, wobei der Überlastschutz darin besteht, daß die Membran des Sensorchips 11 bei zu starker Durchbiegung am Trägerchip 12 anstößt und von diesem gestützt wird.

#### Patentansprüche

1. Drucksensorchip mit einer Schutzmembran und einem Übertragungselement sowie einem Kraftsensor, wobei der strukturierte Schutzmembranchip (10) mit dem ebenfalls strukturierten Kraftsensorchip (11) und einem Trägerchip (12) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die deckungsgleich hermetisch miteinander verbundenen plattenförmigen Schutzmembran- (10) und Kraftsensor-Chipelemente (11) in ihren aufeinanderliegenden Flächen identische Hohlräume (10a, 11a) und in diesen zentrale, in der Form ebenso identisch strukturierte Erhebungen (Centerbosse 10b, 11b) aufweisen, die zur Kraftübertragung exakt aufeinander zur Anlage kommen, und der Trägerchip (12) mit einer zu bondenden Schicht (12d) versehen und so strukturiert ist, daß Freiräume (12a, 12b) für die Membranauswölbung und die Metallisierungen (11d) der piezoresistiven Sensorelemente (11c) geschaffen sind.
2. Drucksensorchip nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Chips (10, 11, 12) aus einem mikrostrukturierbaren Material bestehen und durch Bonden miteinander verbindbar sind.
3. Drucksensorchip nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerchip (12) an seiner Unterseite mit Aussparungen (12c) für die Aufnahme des Lötmaterials (13) strukturiert ist und in seiner Flächengröße gegenüber den mit ihm verbundenen Chips (10, 11) einen vorstehenden Trägerteil (12e) aufweist.

4. Drucksensorchip nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerchip (12) so gestaltet ist, daß die Auslenkung von Schutzmembran- (10) und Kraftsensorchip (11) begrenzt wird und somit ein mechanischer Überlastschutz gebildet ist.

5. Drucksensorchip nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nur die vorstehenden Trägerteile (12e) mit einem elektrischen Durchführungen aufweisenden Träger (14) verspannt werden.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

Fig.1

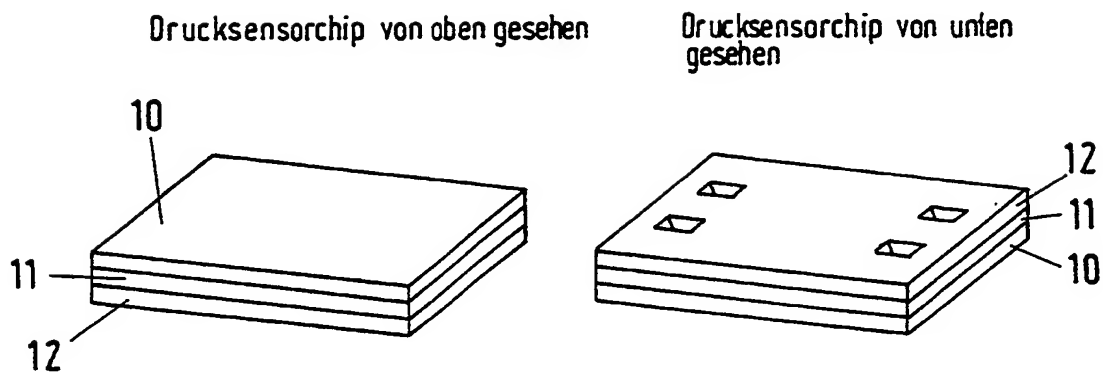


Fig 4

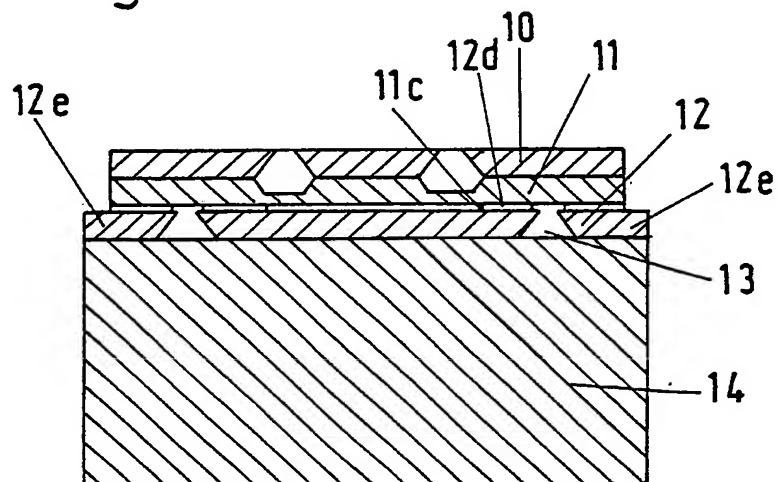


Fig.2

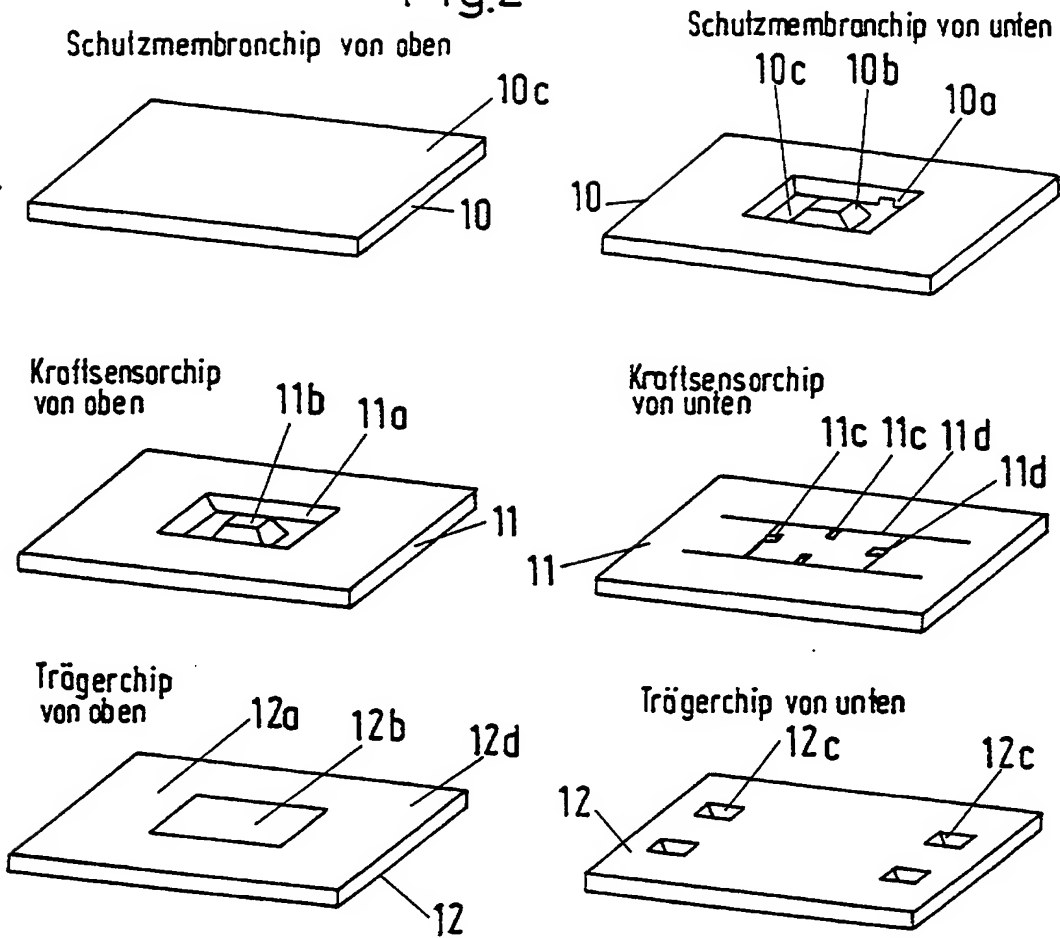


Fig.3

